

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-206254  
(P2000-206254A)

(43)公開日 平成12年 7 月28日 (2000. 7. 28)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 1 T 1/20		G 0 1 T 1/20	B 2 G 0 8 8
1/00		1/00	C
1/17		1/17	A
			F

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-5587  
(22)出願日 平成11年 1 月12日 (1999. 1. 12)

(71)出願人 000006208  
三菱重工業株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目 5 番 1 号  
(71)出願人 390031152  
ニュークリア・デベロップメント株式会社  
茨城県那珂郡東海村舟石川622番地12  
(72)発明者 片岡 伸一  
東京都千代田区丸の内二丁目 5 番 1 号 三  
菱重工業株式会社内  
(74)代理人 100077517  
弁理士 石田 敬 (外 4 名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 アルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器

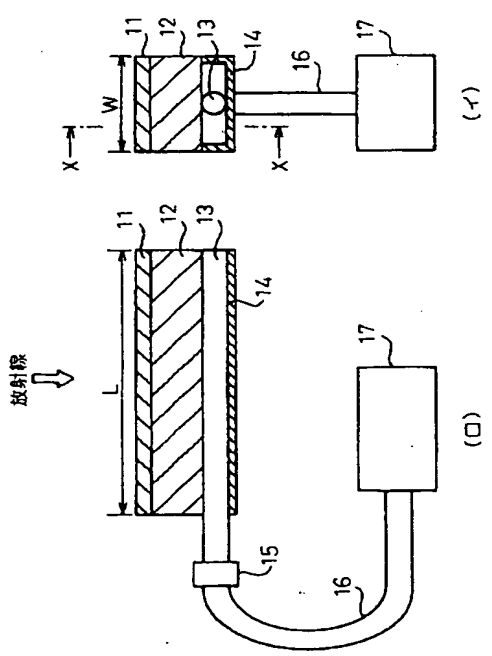
(57)【要約】

【課題】 広範囲をアルファ線およびベータ・ガンマ線に弁別して検出可能なアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器を提供する。

【解決手段】 アルファ線に感応して蛍光を発生するZnS (Ag)シンチレータ11 (ZS)とベータ・ガンマ線に感応して蛍光を発生するプラスチックシンチレータ12 (PS)とが重ね合わされ、PSのZSの重ね合わせ面でない面に少なくとも1本の蛍光性光ファイバ13が敷設される。なお、蛍光性光ファイバ13面は反射材14で覆われる。ZSおよびPSで発生した蛍光は、蛍光性光ファイバ内でより長波長の蛍光に変換され、カップラ15を介して伝送ファイバ16に伝送され、さらに測定装置17に伝送される。測定装置17は、ZSおよびPSで発生した蛍光の減衰時間の相違を電気信号の立ち上がり時間の相違として測定することにより、線種を弁別して表示する。

図 1

本発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器の図1の要部構成の構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アルファ線に感応して蛍光を発生する平面形状のアルファ線検出部と、

ベータ線およびガンマ線に感応して蛍光を発生し、前記アルファ線検出部と重ね合わされる平面形状のベータ・ガンマ線検出部と、

前記ベータ・ガンマ線検出部の前記アルファ線検出部との重ね合わせ面の反対面に敷設され、前記アルファ線検出部および前記ベータ・ガンマ線検出部から発生した蛍光を集光して伝送する蛍光伝送部と、

前記蛍光をそのまま伝送する光ファイバ部と、を具備するアルファ線とベータ・ガンマ線併別型放射線検出器。

【請求項 2】 アルファ線に感応して蛍光を発生する平面状に並べられたそれぞれが平面形状の複数枚のアルファ線検出部と、

ベータ線およびガンマ線に感応して蛍光を発生し、前記アルファ線検出部と重ね合わされ、それぞれが平面形状の前記アルファ線検出部と同一枚のベータ・ガンマ線検出部と、

前記ベータ・ガンマ線検出部の前記アルファ線検出部との重ね合わせ面の反対面に敷設され、前記アルファ線検出部および前記ベータ・ガンマ線検出部から発生した蛍光を集光して伝送する少なくとも 1 本の蛍光伝送部と、前記蛍光をそのまま伝送する光ファイバと、を具備するアルファ線とベータ・ガンマ線併別型放射線検出器。

【請求項 3】 前記蛍光伝送部により伝送された蛍光を受光して前記アルファ線検出部で検出されたアルファ線の線量蛍光パルスと前記ベータ・ガンマ線検出部で検出されたベータ線およびガンマ線の線量蛍光パルスとを併別して出力する出力部を具備する請求項 1 又は 2 記載のアルファ線とベータ・ガンマ線併別型放射線検出器。

【請求項 4】 前記アルファ線検出部が  $ZnS(Ag)$  シンチレータであり、前記ベータ・ガンマ線検出部がプラスチックシンチレータであり、前記蛍光伝送部のうち少なくとも前記ベータ・ガンマ線検出部の前記アルファ線検出部との重ね合わせ面の反対面に敷設された部分が、前記アルファ線検出部から発生した蛍光の波長および前記ベータ・ガンマ線検出部から発生した蛍光の波長をそれぞれより長い波長の蛍光に変換する蛍光性ファイバである請求項 1 ないし 3 に記載のアルファ線とベータ・ガンマ線併別型放射線検出器。

【請求項 5】 前記出力部が、前記蛍光伝送部により伝送された蛍光を受光して電気信号に変換する光電子増倍部と、前記光電子増倍部の出力の立ち上り時間を併別する立ち上り時間併別部と、前記立ち上り時間併別部の出力を分析表示する分析表示部と、を具備する請求項 1 ないし 4 に記載のアルファ線とベータ・ガンマ線併別型放射線検出器。

【請求項 6】 アルファ線に感応して蛍光を発生する平

面状に並べられたそれぞれが平面形状の複数枚のアルファ線検出部と、

ベータ線およびガンマ線に感応して蛍光を発生し、前記アルファ線検出部と重ね合わされ、それぞれが平面形状の前記アルファ線検出部と同一枚のベータ・ガンマ線検出部と、

前記ベータ・ガンマ線検出部の前記アルファ線検出部との重ね合わせ面の反対面に敷設され、前記アルファ線検出部および前記ベータ・ガンマ線検出部から発生した蛍光を集光して伝送する少なくとも 1 本の蛍光伝送部と、前記蛍光伝送部により伝送された蛍光を受光して前記アルファ線検出部で検出されたアルファ線の線量と前記ベータ・ガンマ線検出部で検出されたベータ線およびガンマ線の線量とを併別して出力する出力部と、を具備するアルファ線とベータ・ガンマ線併別型放射線検出器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は放射線検出器に係わり、特にアルファ線ならびにベータ線およびガンマ線を併別して検出可能なアルファ線とベータ・ガンマ線併別型放射線検出器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】原子力発電施設、再処理施設等から発生する放射性物質を含む廃棄物、放射能汚染された機器から放射される放射線は、アルファ線（ヘリウム原子核）、ベータ線（電子線）およびガンマ線（電磁波）の 3 つに大別される。従って、3 種類の放射線を検出するには、少なくともアルファ線用およびベータ・ガンマ線用の 2 種類の検出器を使用することが必要となる。

【0003】そして、放射線検出器としては、放射線に照射されると蛍光を発するシンチレータと光電変換素子である光電子増倍管とを組み合わせたいわゆるシンチレーションセンサを使用することが一般的である。例えば、アルファ線検出器は、 $ZnS(Ag)$  シンチレータをオプティカルガラスの一面に固着し、他面を光学的に光電子増倍管に接合した構成を有する。

【0004】また、ベータ・ガンマ線検出器は、ベータ線およびガンマ線に感応するプラスチックシンチレータを光学的に光電子増倍管に接合した構成を有する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、センサの有効面積は光電子増倍管の受光面の有効面積に制限されるため、広い範囲から放射される放射線を検出するためには順次走査することが必要となり、検出手順が複雑化する。さらに、3 種類の放射線を同時に検出するには複数の検出器を使用することが必要であるため、検出装置自体も複雑化する。

【0006】本発明は、上記課題に鑑みなされたものであって、広い範囲から放射される放射線をアルファ線およびベータ・ガンマ線に併別して検出可能な線種併別型

放射線検出器を提供することを目的とする。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、第1の発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器は、アルファ線に感応して蛍光を発生する平面形状のアルファ線検出部と、ベータ線およびガンマ線に感応して蛍光を発生しアルファ線検出部と重ね合わされる平面形状のベータ・ガンマ線検出部と、ベータ・ガンマ線検出部のアルファ線検出部との重ね合わせ面の反対面に敷設されアルファ線検出部およびベータ・ガンマ線検出部から発生した蛍光を集光して伝送する蛍光伝送部と、蛍光をそのまま伝送する光ファイバと、を具備する。

【0008】本発明にあつては、アルファ線はアルファ線検出部で蛍光に変換されベータ・ガンマ線検出部を透過して蛍光伝送部で集光される。ベータ線およびガンマ線はアルファ線検出部を透過してベータ・ガンマ線検出部で蛍光に変換され蛍光伝送部で集光される。集光された蛍光は蛍光伝送部を介して出力部に伝送される。第2の発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器は、アルファ線検出部がZnS(Ag)シンチレータであり、ベータ・ガンマ線検出部がプラスチックシンチレータであり、蛍光伝送部のうち少なくともベータ・ガンマ線検出部のアルファ線検出部との重ね合わせ面の反対面に敷設された部分がアルファ線検出部から発生した蛍光の波長およびベータ・ガンマ線検出部から発生した蛍光の波長をそれぞれより長い波長の蛍光に変換する蛍光性ファイバである。

【0009】本発明にあつては、ZnS(Ag)シンチレータはアルファ線を吸収して第1の波長の蛍光を発生し、プラスチックシンチレータはベータ線およびガンマ線を吸収して第3の波長の蛍光を発生し、蛍光性ファイバは第1の波長の蛍光および第3の波長の蛍光を集光してそれぞれより長い波長を有する第2の波長の蛍光および第4の波長の蛍光に変換する。

【0010】第3の発明に係る線種弁別型放射線検出器は、出力部が、蛍光伝送部により伝送された蛍光を受光して電気信号に変換する光電子増倍部と、光電子増倍部の出力の立ち上り時間を弁別する立ち上り時間弁別部と、立ち上り時間弁別部の出力を分析表示する分析表示部と、を具備する。本発明にあつては、光電子増倍部で蛍光を電気信号に変換した後、立ち上り時間弁別部で電気信号の立ち上り時間を弁別して出力し、分析表示部で弁別結果が表示される。

【0011】第4の発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器は、アルファ線に感応して蛍光を発生する平面状に並べられたそれぞれが平面形状の複数枚のアルファ線検出部と、ベータ線およびガンマ線に感応して蛍光を発生しアルファ線検出部と重ね合わされそれぞれが平面形状のアルファ線検出部と同一枚のベ

ータ・ガンマ線検出部と、ベータ・ガンマ線検出部のアルファ線検出部との重ね合わせ面の反対面に敷設されアルファ線検出部およびベータ・ガンマ線検出部から発生した蛍光を集光して伝送する少なくとも1本の蛍光伝送部と、蛍光伝送部により伝送された蛍光を受光してアルファ線検出部で検出されたアルファ線のパルス信号とベータ・ガンマ線検出部で検出されたベータ線およびガンマ線のパルス信号とを弁別して出力する出力部と、を具備する。

【0012】本発明にあつては、複数枚のアルファ線検出部とベータ・ガンマ線検出部との積層体を少なくとも1本の蛍光伝送部に並べて構成される。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器の第1の実施態様の構成図であつて、(イ)は正面図、(ロ)はX-X側断面図である。即ち本発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器は、長さL、幅Wの矩形形状のアルファ線用ZnS(Ag)シンチレータ11と同じく長さL、幅Wの矩形形状のベータ・ガンマ線用プラスチックシンチレータ12の一方の面上に積層し、ベータ・ガンマ線用プラスチックシンチレータの他方の面の長さ方向の中心線に沿って蛍光性光ファイバ13を敷設した構造を有する。

【0014】なお、ベータ・ガンマ線用プラスチックシンチレータ12の他方に面および蛍光性光ファイバ13は、外光の影響を排除するため、ならびにZnS(Ag)シンチレータ11およびプラスチックシンチレータ12で生成される蛍光を確実に蛍光性光ファイバ13で集光するために反射材14で覆われている。蛍光性光ファイバ13は矩形形状のシンチレータ部分から適当な長さ引き出された後、カプラ15を介して伝送ファイバ16に接続され、伝送ファイバ16の他端が測定装置17に接続される。

【0015】本発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器がZnS(Ag)シンチレータ11上方から放射線の照射を受けると、ZnS(Ag)シンチレータ11はアルファ線のエネルギーを吸収して第1の波長 $\lambda_1$ の蛍光を発生する。第1の波長 $\lambda_1$ の蛍光はプラスチックシンチレータ12を透過して蛍光性光ファイバ13に集光され、蛍光性光ファイバ13内で第2の波長 $\lambda_2$ の蛍光に変換されて伝送ファイバ16に送られる。

【0016】また、プラスチックシンチレータ12は、ZnS(Ag)シンチレータ11を透過したベータ・ガンマ線のエネルギーを吸収して第3の波長 $\lambda_3$ の蛍光を発生する。第3の波長 $\lambda_3$ の蛍光は蛍光性光ファイバ13に集光され、蛍光性光ファイバ13内で第4の波長 $\lambda_4$ の蛍光に変換されて伝送ファイバ16に送られる。

【0017】なお、シンチレータで発生した蛍光をその

まま伝送ファイバ16に伝送せずに蛍光性光ファイバ13でより長い波長の蛍光に波長変換するのは、伝送ファイバ16での損失を低減するためである。例えば伝送ファイバ16としてプラスチックファイバを使用した場合には、波長変換しない場合は伝送損失は180db/kmであるのに対して、蛍光性光ファイバ13で波長変換した場合の伝送損失は70db/kmに低減される。

【0018】図2は測定装置17の構成図であって、光電子増倍管171、増幅器172、立ち上り時間弁別装置173、アナログ・デジタル変換器174および多重波高分析器175の直列接続として構成される。即ち、伝送ファイバ16を介して伝送された第2の波長 $\lambda_2$ および第4の波長 $\lambda_4$ の蛍光は光電子増倍管171でパルス状の電気信号に変換され、増幅器172で増幅され、立ち上り時間弁別装置173でパルス状の電気信号の立ち上り時間が弁別される。

【0019】立ち上り時間の弁別結果は、アナログ・デジタル変換器174によってデジタル信号に変換され、多重波高分析器175に表示される。即ち、アルファ線から生成される蛍光とベータ・ガンマ線から生成される蛍光パルスの減衰時間が相違するため、光電子増倍管171から出力されるパルス状電気信号の立ち上り時間が相違することを使用して、多重波高分析器175の表示からアルファ線とベータ・ガンマ線とを区別することが可能となる。なお、波形弁別方法の詳細は、例えばグレン F. ノル著「放射線計測ハンドブック」(株式会社丸善発行)に記述されている。

【0020】図3は第2の実施態様の構成図であって、蛍光性光ファイバ13をシンチレータ部の両側に引き出し、両側にカプラ15および15'を設け、2本の伝送ファイバ16および16'によって蛍光を測定装置17に導く。この構成により、より多くの蛍光を測定装置17に導くことが可能となるため放射線検出器の感度を向上することが可能である。

【0021】図4は第3の実施態様の構成図であって、1本の蛍光性光ファイバ13上に複数のシンチレータを直列に設置した構成を有し、放射線の検出面積が大である検出器を構成することが可能となる。なお、第3の実施態様でも、蛍光性光ファイバ13の一方端でカプラ15によって伝送ファイバ16に接続することも、蛍光性光ファイバ13の両端でカプラ15および15'によって伝送ファイバ16および16'に接続することも可能である。

【0022】図5は第4の実施態様の構成図であって、第1の実施態様に係る放射線検出器をカプラ15<sub>1</sub>、15'<sub>1</sub>、15<sub>2</sub>、15'<sub>2</sub>・・・15<sub>n</sub>、15'<sub>n</sub>および伝送ファイバ16'<sub>1</sub>、16'<sub>2</sub>・・・16'<sub>n</sub>を介して直列接続した構成を有する。この構成により、放射線の検出面積を大とすることが可能となるだけでなく、第3の実施態様と相違して各検出器間は伝送ファイバで接続さ

れているため蛍光の伝送損失を低減することが可能となる。

【0023】図6は例えば原子力発電所で使用される大型機器用放射線測定装置の斜視図であって、適当な表面積を有するZnS(Ag)シンチレータ61と同面積のプラスチックシンチレータ62の積層のプラスチックシンチレータ側裏面に適当な本数の蛍光性光ファイバ63<sub>1</sub>、63<sub>2</sub>、63<sub>3</sub>・・・が敷設されている。蛍光性光ファイバ63<sub>1</sub>、63<sub>2</sub>、63<sub>3</sub>・・・の一端は、カプラ64<sub>1</sub>、64<sub>2</sub>、64<sub>3</sub>・・・および伝送ファイバ65<sub>1</sub>、65<sub>2</sub>、65<sub>3</sub>・・・を介して測定装置17に接続される。

【0024】上記構成のシンチレータを大型機器の周囲に設置することによって、大型機器から放射される放射線をアルファ線とベータ・ガンマ線を一度に検出することが可能となる。図7は例えば原子力発電所で使用される長尺機器用放射線測定装置の斜視図であって、適当な大きさのZnS(Ag)シンチレータ71<sub>1</sub>、71<sub>2</sub>・・・と同形状のプラスチックシンチレータ72<sub>1</sub>、72<sub>2</sub>・・・の積層を必要な長さとなるように複数枚並べ、そのプラスチックシンチレータ側裏面に適当な本数の蛍光性光ファイバ73<sub>1</sub>、73<sub>2</sub>・・・を敷設する。

【0025】蛍光性光ファイバ73<sub>1</sub>、73<sub>2</sub>・・・の一端は、カプラ74<sub>1</sub>、74<sub>2</sub>・・・および伝送ファイバ75<sub>1</sub>、75<sub>2</sub>・・・を介して測定装置17に接続される。上記構成のシンチレータを長尺機器70の下方に設置することによって、長尺機器から放射される放射線をアルファ線とベータ・ガンマ線を一度に検出することが可能となる。

【0026】図8は例えば原子力発電所から搬出される搬出物品用放射線測定装置の斜視図であって、適当な面積のZnS(Ag)シンチレータ81と同形状のプラスチックシンチレータ82の積層のプラスチックシンチレータ側裏面に適当な本数の蛍光性光ファイバ83<sub>1</sub>、83<sub>2</sub>、83<sub>3</sub>・・・を敷設する。蛍光性光ファイバ83<sub>1</sub>、83<sub>2</sub>、83<sub>3</sub>・・・の一端は、カプラ84<sub>1</sub>、84<sub>2</sub>、84<sub>3</sub>・・・および伝送ファイバ85<sub>1</sub>、85<sub>2</sub>、85<sub>3</sub>・・・を介して測定装置17に接続される。

【0027】上記構成のシンチレータの上を経由して搬出物品80<sub>1</sub>、80<sub>2</sub>、80<sub>3</sub>・・・を搬出することによって、搬出物品から放射される放射線を $\alpha$ 線と $\beta$ 線を一度に検出することが可能となる。なお図6から図8に斜視図では、プラスチックシンチレータおよび蛍光性光ファイバを覆う反射材は省略されているが、実際には蛍光を確実に集光するために反射材で覆うことが望ましい。

【0028】

【発明の効果】第1の発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器によれば、平面状のアルファ線検出部およびベータ・ガンマ線検出部を使用することにより、大型の被測定対象物から放射される放射線を

アルファ線とベータ・ガンマ線に弁別して検出することが可能となる。

【0029】第2の発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器によれば、アルファ線検出用ZnS(Ag)シンチレータから発生する蛍光とベータ・ガンマ線検出用プラスチックシンチレータから発生する蛍光は蛍光性光ファイバによって波長変換されるため、伝送の際の損失を半分以下に低減することが可能となる。

【0030】第3の発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器によれば、アルファ線検出部から発生した蛍光の減衰時間とベータ・ガンマ線検出部から発生した蛍光の減衰時間の相違を電気信号の立ち上がり時間の相違として把握することにより、放射線をアルファ線とベータ・ガンマ線に弁別して検出することが可能となる。

【0031】第4の発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器によれば、少なくとも1本の蛍光伝送部に複数のアルファ線検出部およびベータ・ガンマ線検出部を配置することにより、放射線検出器の

有効面積を大とすることが容易となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器の第1の実施態様の構成図である。

【図2】測定装置の構成図である。

【図3】第2の実施態様の構成図である。

【図4】第3の実施態様の構成図である。

【図5】第4の実施態様の構成図である。

【図6】大型機器用放射線測定装置の斜視図である。

【図7】長尺機器用放射線測定装置の斜視図である。

【図8】搬出物品用放射線測定装置の斜視図である。

#### 【符号の説明】

11…ZnS(Ag)シンチレータ

12…プラスチックシンチレータ

13…蛍光性光ファイバ

14…反射材

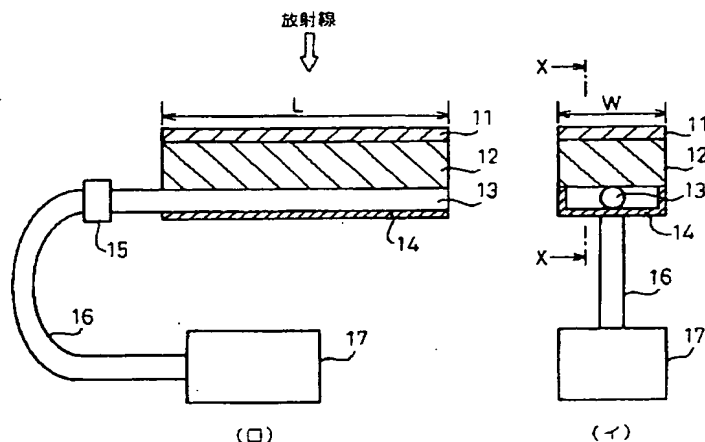
15…カプラ

16…伝送ファイバ

17…測定装置

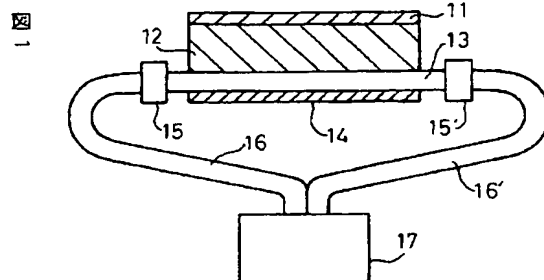
【図1】

本発明に係るアルファ線とベータ・ガンマ線弁別型放射線検出器の第1の実施態様の構成図



【図3】

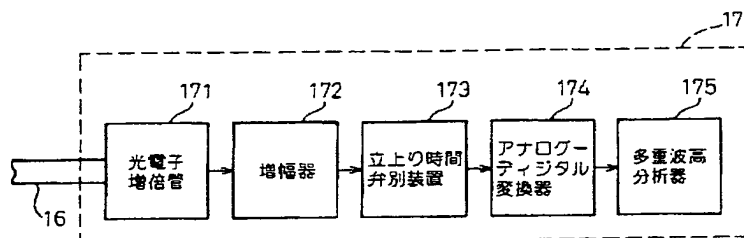
図3 第2の実施態様の構成図



【図2】

測定装置の構成図

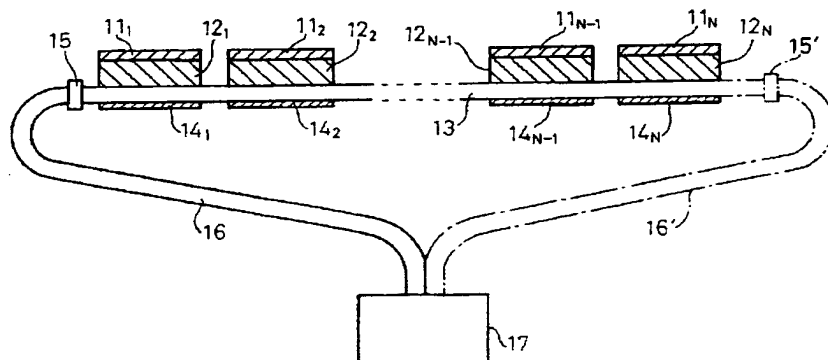
図2



【図4】

第3の実施態様の構成図

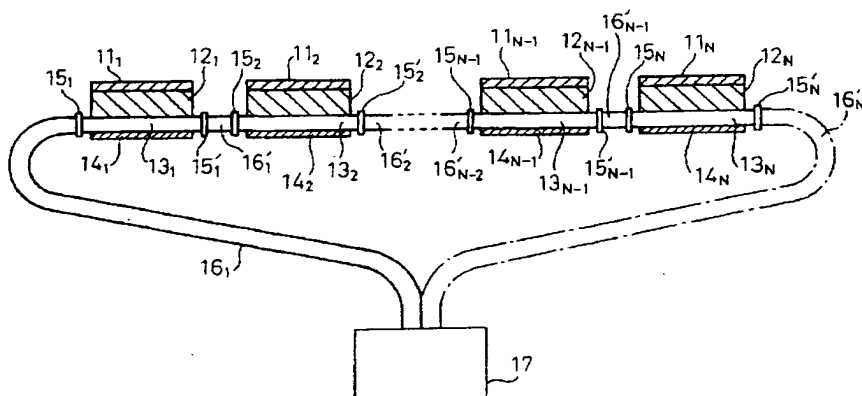
図4



【図5】

第4の実施態様の構成図

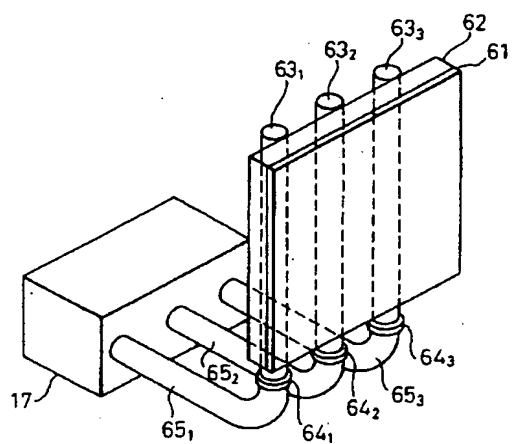
図5



【図6】

図6

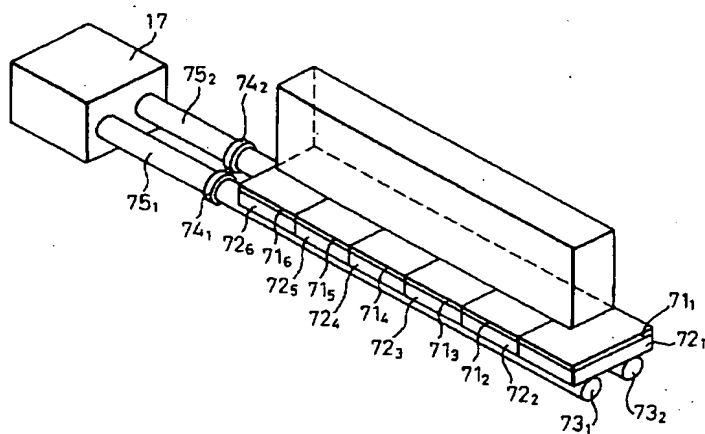
大型機器用放射線測定装置の斜視図



【図7】

長尺機器用放射線測定装置の斜視図

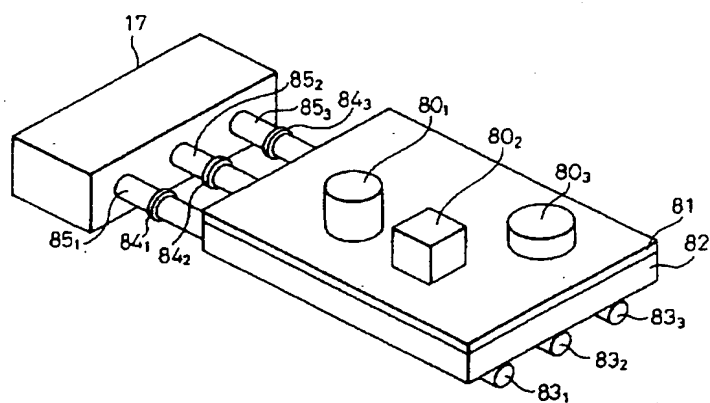
図7



【図8】

搬出物品用放射線測定装置の斜視図

図8



フロントページの続き

(72)発明者 浦山 勝己  
茨城県那珂郡東海村舟石川622番地12 ニ  
ュークリア・デベロップメント株式会社内  
(72)発明者 今井 信行  
茨城県那珂郡東海村舟石川622番地12 ニ  
ュークリア・デベロップメント株式会社内

(72)発明者 瀧 洋  
茨城県那珂郡東海村舟石川622番地12 ニ  
ュークリア・デベロップメント株式会社内  
Fターム(参考) 2G088 EE17 FF04 FF05 FF06 GG10  
GG11 GG15 GG18 JJ01 KK02  
KK28 KK29

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100